

Variabilität und Fehlbildungen in der Occipitalregion von *Ondatra zibethica* (L., 1766)¹

VON HANS-ALBRECHT FREYE

Eingang des Ms. 7. 2. 1964

Wie bei anderen Wassernagern auch (*Castor fiber*, *Arvicola terrestris*, *Myocastor coypus*) ist die Schädelhinterwand bei der Bisamratte (*Ondatra zibethica* L., 1766) durch eine annähernd senkrechte Nuchalfläche gekennzeichnet. Die Exoccipitalia bilden lateral von den Condylen jeweils einen nach latero-ventral gerichteten Fortsatz, Processus paramastoides, dessen distales Ende nach kaudo-medial ausgezogen und schwach verdickt ist. Auch bei alten starken Tieren erreicht seine Spitze kaudal niemals das Niveau der Condylen. Zwischen dem Processus paramastoides und dem Condylus lateralis findet sich eine Auskehlung, Fossa condylica, in der in Einzahl oder Mehrzahl die sehr unbeständige Öffnung des Venenkanals, Canalis condylicus, liegt.

Form und Größe des Foramen occipitale magnum ist gewissen Schwankungen unterlegen. Im Durchschnitt übertrifft seine Höhe etwas die Breite, obwohl im Einzelfall durchaus auch das umgekehrte Verhältnis auftreten kann. Höhe und Breite sowie der für funktionelle Aussagen eingeführte Neigungswinkel des Foramen magnum (vgl. HUSSON, 1953; FREYE, 1959) sind bei den Geschlechtern — wie übrigens auch die Kondylobasallängen — nicht unterschieden (vgl. Abb. 1, Tab. 1).

In der Säugerliteratur sind Untersuchungen am Foramen magnum nach Form, Größe, Lage, Neigung, Korrelation, Sexualdimorphismus, Rassenunterschieden, abgesehen von den aus anthropologischen Gründen in dieser Hinsicht untersuchten Primaten, nur äußerst spärlich zu finden (vgl. VAN DER KLAUW, 1952). So hat FAURE 1882 Befunde am Hund und Kaninchen aus haustierkundlicher Sicht ohne Maßangaben veröffentlicht; DONALDSON (1932) untersuchte die Gesamtform des Hinterhauptloches an fünf verschiedenen Laborstämmen der Wanderratte, und KEELER (1941) unterzog dessen Ergebnisse aus genetischer Sicht einer ersten Kritik. Erst HUSSON (1953) legte exakte metrische und korrelationsanalytische Erhebungen über das Foramen magnum vom Hamster (*Cricetus cricetus canescens* NEHRING) vor, die modernen Ansprüchen genügen. Systematische Untersuchungen über die Variabilität des Aufbaues vom Os occipitale und die dabei auftretenden Fehlbildungen sind bisher nur an Robben durchgeführt (BYSTROW, 1933, 1934).

Im Rahmen von Studien über die vergleichende und funktionelle Kraniologie einheimischer Wassernager konnte ich u. a. auch die Occipitalregion der Bisamratte einer eingehenden Untersuchung unterziehen (FREYE, 1959). Dabei wurden seinerzeit je 50 männliche und weibliche Schädel von mir nach einwandfreiem Erhaltungszustand aus einer Kollektion von rund 300 Stück für die Untersuchungen ausgewählt. Innerhalb des gesamten Materials jedoch, das insgesamt aus dem mitteldeutschen Raum stammt, zeigt sich eine Reihe von Varianten und Fehlbildungen, die aus funktioneller und vergleichend-anatomischer Sicht, insbesondere für das wichtige Problem des kraniovertebralen Grenzgebietes, von Bedeutung ist. INGELMARK (1947) hat in Hinsicht auf diese Problemstellung deshalb zu Recht die Forderung erhoben, die Artverschiedenheiten und individuellen Variationen der topographischen Verhältnisse um das Foramen magnum herum von einer jeden Tierart eingehend zu untersuchen.

I.

Bei *Ondatra zibethica* stehen die Indices von Höhe, Breite und Neigungswinkel des Foramen magnum weder im männlichen noch im weiblichen Geschlecht bei ausgewachsenen Tieren in einem eindeutigen Verhältnis zur Körpergröße. Wegen der

¹ Prof. Dr. KLAUS ZIMMERMANN, Berlin, zum 70. Geburtstag gewidmet.

großen Streuungsbreite der Maße gibt es keine gesicherten allometrischen Beziehungen, schon gar keine negative Allometrie, wie sie VAN DER KLAUW (1952) wegen einer angeblich gleichlaufenden relativen Querschnitts-Massenzunahme beim Übergang von der Medulla spinalis in das Myelencephalon allgemein für die Vertebrata postuliert. Die gefundenen Durchschnittswerte der Indices (bezogen auf die Kondylobasallänge) von Höhe, Breite und Neigungswinkel des Foramen magnum gibt Tabelle 1 wieder.

Tabelle 1

Übersicht über die Durchschnittswerte der Indices von Höhe, Breite und Neigungswinkel des Foramen magnum bei *Ondatra zibethica* (L.)

	Kondylobasallänge		Höhe des For. m.		Breite des For. m.		Neigungswinkel	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
\bar{X}	61,80	61,94	13,90	14,05	12,71	12,76	169,24	168,09
m	0,31	0,35	0,13	0,14	0,10	0,09	1,18	1,19
s	2,21	2,46	0,93	1,00	0,71	0,64	8,36	8,43
Schwankungs- breite der								
Originalmaße	von 56,1	56,4	7,1	7,5	7,2	7,4	95,6°	96,7°
in mm bzw. Grad	bis 67,8	66,8	9,7	9,7	8,6	8,6	110,9°	109,6°

Ebenfalls bestehen keine gesicherten Korrelationen zwischen der Fläche des großen Hinterhauptloches und der Schädelkapazität, die in meinem Bisamratten-Material bei den Weibchen zwischen 4,43 bis 5,93 und bei den Männchen zwischen 4,17 bis 5,98 mm² (gemessen mit Eieruhrsand) liegt.

Die Beziehungen zwischen Größe des Foramen magnum und dem Hirnvolumen hat schon BROCA (1868) behauptet, ohne allerdings Beweise dafür anzutreten. PETROFF (1932) fand sowohl bei brachykephalen (Bayern) als auch bei dolichocephalen



Abb. 1. Normale Variationsbreite der Hinterhauptsregion von *Ondatra zibethica* (Weibchen, Eing.-Nr. 56/208 und 56/229)

(Ägypter, Neu-Guineer) Menschen eine positive Korrelation von Flächeninhalt des Foramen magnum mit der Schädelkapazität, wobei die Korrelation im weiblichen Geschlecht höher lag als im männlichen Geschlecht. Wie HUSSON (1953) bei seinen Befunderhebungen am West-Hamster, haben auch wir keinen Sexualunterschied bei der Untersuchung der in Frage stehenden Beziehungen der neurokranialen Schädelbereiche feststellen können.

Schädel mit einem großen Foramen magnum (relativ große Strecke Basion — Opisthion) sind der funktionelle Ausdruck für einen beweglichen Kopf, Schädel mit kleinem Foramen magnum deuten auf einen fixierten Kopf. Die Wechselwirkung von dynamischer funktioneller Anpassung und statischer funktioneller Gestalt bedingt bei beweglichem Kopf auch eine höhere Variabilität der Foramina-Verhältnisse. *Ondatra*

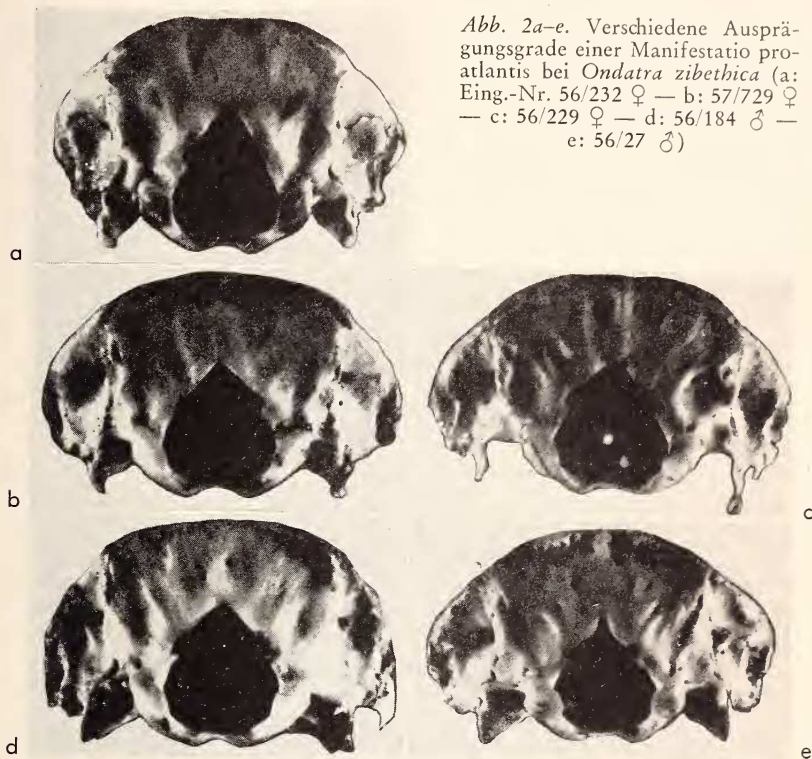


Abb. 2a-e. Verschiedene Ausprägungsgrade einer Manifestatio proatlantis bei *Ondatra zibethica* (a: Eing.-Nr. 56/232 ♀ — b: 57/729 ♀ — c: 56/229 ♀ — d: 56/184 ♂ — e: 56/27 ♂)

mit ihrem guten Schwimm- und Tauchvermögen, ihrem Hinterextremität-Schwanz-Schwimmen (Schwimmtyp: Horizontalschwimmer) und der Nagefähigkeit unter Wasser (vgl. FREYE, 1959; MÜLLER, 1952) läßt in der Variabilität ihrer Occipitalregion eine funktionelle Anpassung erkennen.

II.

Das Problem der Variabilität des Foramen magnum erfährt gewissermaßen eine Steigerung durch Fehlbildungen in diesem Bereich, die mit rund 5% in meinem Untersuchungsgut vorkommen und damit gar nicht so selten sind. Es handelt sich hierbei zunächst um Abweichungen von der normalen fast kreisförmigen oder querovalen Umrissform: Insbesondere im dorsalen Abschnitt erfolgt eine mehr oder minder keilförmige Ausweitung in den Bereich des Planum nuchale hinein (Incisura marginalis dorsalis), dabei wird die Crista occipitale externa verkürzt und die Fläche des Foramen magnum bekommt insgesamt mehr eine rautenförmige Form mit der Spitze nach oben. Des weiteren ist — bei den einzelnen Exemplaren in wechselnder Ausbildung — etwa in Höhe der zu erwartenden (in Folge der aber dorsal weiter-

gehenden Ausweitung an dieser Stelle nicht realisierten) dorsolateralen Foramen-Begrenzung links und rechts ein in das Lumen des Hinterhauptsloches vorspringender zugespitzter Processus zu beobachten (Abb. 2a–2e). Der dorsale Foramenrand ist bei diesen Alterationen bei weitem nicht so verdickt wie normaliter, dadurch erscheinen in Norma lateralis das Planum nuchale nicht so weit nach kaudal ausladend, die Condylen dementsprechend weiter vorspringend.

Bei vergleichsweiser Analyse dieser Befunde sind die dorsale Ausweitung des Foramen magnum als Spalte des dorsalen Bogens und die knöchernen Randvorsprünge als Reste des Dorsalbogens des Proatlas im Sinne von ALBRECHT (1880) anzusehen. Der Manifestation des Occipitalwirbels sind nach KOLLMANN (1905) als Charakteristika das Auftreten eines Condylus tertius (C. odontoideus), deutliche Labia foraminis magni, Spaltung des dorsalen Wirbelbogens, eine Incisura marginalis dorsalis und beim Menschen z. B. auch noch eine Verdopplung des Canalis nervi hypoglossi zuzuordnen. Condylus tertius und die Verdopplung des Nervenkanals sind Manifestationen des ventralen Bogens des Proatlas. Die hypo- und die hyperchordale Spange des letzten postotischen Urvirbels manifestieren sich selten gleichmäßig stark, so daß die auf den Proatlas hinweisenden Reliefscheinungen im Bereich des Foramen magnum kaum einmal vollständig vorliegen. INGELMARK (1947) macht darauf aufmerksam, daß beim Menschen die Labia foraminis magni gewöhnlich in Form von ein Paar Spitzen endigen, die sich in das Hinterhauptsloch einschieben können. „Dadurch muß das Nackenloch einen größeren ventralen und einen kleineren dorsalen Teil erhalten. Der letzte heißt Incisura marginalis dorsalis“ (INGELMARK, loc. cit. p. 48). Ganz ähnliche Verhältnisse mit einer Hyperentwicklung von Resten der Dorsalspange des Occipitalwirbels liegen in den vorgestellten Fällen von *Ondatra* vor.

Eine Manifestatio proatlantis ist außer vom Menschen (vgl. TISCHENDORF, 1955; KELLER, 1960) bei Säugern bislang nur in sehr geringem Umfang nachgewiesen und nur von *Erinaceus europaeus* L., *Mustela putorius* L. und einigen Arten der Gattung *Phoca* beschrieben worden. BYSTROW (1933) fand bei seinen 478 untersuchten Robbenschädeln in über 15 % der Fälle wechselnde Andeutungen des Occipitalwirbels. Auf den übereinstimmenden hohen Prozentsatz solcher regressiven Varietäten bei den wasserlebenden Robben und der Bisamratte soll aufmerksam gemacht werden.

Beim Bisamrattenschädel 56/729 fand sich als weitere Fehlbildung eine Assimilatio atlantis. Im Gegensatz zu den bisher bekannten typischen Fällen ist die völlig symmetrisch entwickelte Dorsalspange wohl erhalten, sie ist links und rechts mit dem Hinterhauptsbein verschmolzen, die Verschmelzungslinie zeigt weder Auftreibungen noch Zerstörungen. Oberhalb des ventro-kaudal abgescrägten Randes des dorsalen Atlasbogens befindet sich ein unregelmäßiger $\frac{1}{2}$ –1 mm breiter Spalt. Dieser gibt ungefähr den dorsalen Umriß der normalen Fläche des Foramen magnum an, allerdings mit einer angedeuteten Incisura marginalis dorsalis. Die Condylus occipitalis sind merkwürdigerweise fast normal geformt, latero-dorsad sind sie jedoch weniger umgeschlagen, wodurch sie hier ein wenig gestielt aussehen. Eine solche Assimilatio atlantis kann im Sinne von INGELMARK (1947) als Atlasassimilation durch Occipitalmanifestation bezeichnet werden (vgl. Abb. 3).

Atlasassimilation sind vom Menschen in mehreren hundert Fällen, bei Säugern dagegen bisher nur von *Cynocephalus spec.*, *Phoca hispida*, *Mus musculus* (Labor-Albino) und *Canis familiaris* (Wolfshund) in je einem Fall bekannt geworden. Sie stellen eine progressive Varietät vor.

Über die Ursachen dieser Fehlbildungen können naturgemäß keine Aussagen getroffen werden. Sie sind in der Literatur ausgiebig diskutiert (vgl. BYSTROW, 1934; KELLER, 1961). Eine Bevorzugung der Geschlechter besteht bei meinem Material nicht. Assimilatio atlantis und Manifestatio proatlantis sind letzten Endes Ausdruck dafür, daß die kranio-vertebrale Grenze nicht absolut fixiert ist, sondern um eine Norm

schwankt. Diese Norm wird durch die getrennten embryologischen Prozesse der Kephalogenese und Notogenese bestimmt.

Abschließend seien noch zwei Befunde vorgestellt, die im Ausmaß ihrer Alterationen von den vorher besprochenen Fehlbildungen deutlich geschieden sind. In beiden Fällen zeigen die großen Hinterhauptslöcher eine schwache dorsale Incisur. Bei dem einen Exemplar (56/987 ♀) ist der obere Rand in sanftem Bogen quer durch das Planum nuchale bis etwa zwei Millimeter vor den rechtslateralen Rand der Hinterhauptsfläche gezogen. Es entsteht so eine etwa 1½ mm starke Incisur, die das Foramen mastoidei in sich aufgenommen und das Os mastoidei erheblich aufgelöst hat. Der untere Rand ist unklar, er läßt das Os petrosum an die Oberfläche treten (vgl. Abb. 4a u. 4b). Beim zweiten Exemplar (56/989 ♂) sind die Verhältnisse ähnlich, nur linksseitig und mit ventrad vergrößerter Incisur. Hier wird das Gebiet des Os mastoidei nur erreicht, nicht mit einbegriffen. In beiden Exemplaren sind die Ränder der linken bzw. rechten Foramen-Erweiterung glattwandig abgerundet und ähnlich wie die normalen Hinterhauptslöcher-Begrenzungen strukturiert. Sie lassen keinen Rückschluß auf eventuelle entzündliche Prozesse zu. Beide Tiere waren voll ausgewachsen und nach der Zahnabnutzung etwa 18 Monate alt. Trotz der pathologisch großen hinteren Schädelöffnung waren sie also voll lebensfähig. Leider fehlen in beiden Fällen die Condylen. Nach der Beschaffenheit der Ventralränder des Occipitale zu urteilen sind sie offenbar abgebrochen. Vielleicht bestand eine irgendwie geartete Ankylostose im ersten Kopfgelenk, die bei der Präparation des Schädels aufgebrochen wurde. Die Besonderheit des Schädels konnte erst nach der Herstellung des Rohskeletts entdeckt werden.



Abb. 3. Assimilatio atlantis durch Occipitalmanifestation bei *Ondatra zibethica* (Eing.-Nr. 56/729 ♂)



Abb 4a-b. Fehlbildungen am Occipitale von *Ondatra zibethica* (a: Eing.-Nr. 56/987 ♀ — b: 56/989 ♂). Alle Abbildungen im gleichen Größenverhältnis

Beide Befunde zeigen entfernte Analogien zu Fällen einseitiger pathologischer Atlasverwachungen beim Menschen. Aber dieser Gedanke kann wegen Mangel an genaueren Befunderhebungen bei diesem einmaligen Schädelmaterial nicht weiter verfolgt werden.

Zusammenfassung

1. Es wird die Variabilität in Form und Ausmaß des Foramen magnum von der Bismarrratte (*Ondatra zibethica*) beschrieben. Sexualunterschiede bestehen dabei nicht (Tab. 1). Die Variabilität der Occipitalregion kann im gewissen Sinne funktionell erklärt werden.
2. Als Fehlbildungen besonderer Art werden Fälle von Manifestatio proatlantis und Assimilatio atlantis vorgestellt. Auf die Bedeutung dieser Befunde für die Variabilität des kraniovertebralen Grenzgebietes wird hingewiesen.

Summary

1. The variability of shape and dimension of the foramen magnum of *Ondatra zibethica* (L., 1766) are described. There are no sexual differences (tab. 1). The variability of the regio occipitalis can be explained functionally.
2. Peculiar alterations, which was found, are the Manifestatio proatlantis and the Assimilatio atlantis. It was pointed to the importance of the structures illustrating the variability of the mammalian cranio-cervical boundary-line.

Literatur

- ALBRECHT, P. (1880): Über den ProAtlas, einen zwischen dem Occipitale und dem Atlas der amnioten Wirbeltiere gelegenen Wirbel, und den Nervus spinalis I s. proatlanticus; Zool. Anz. 3, p. 450-454.
- BROCA, P. (1868): Sur les crânes basques de Saint-Jean-de-Luz; Bull. Soc. Anthrop. Paris, Ser. II, 3, 43-107.
- BYSTROW, A. P. (1933): Morphologische Untersuchungen über die Occipitalregion und die ersten Halswirbel der Säugetiere und des Menschen. I. Mitteilung: Über den ProAtlas und Ante-proAtlas bei der Robbe; Z. Anat. Entw. gesch. 100, p. 362-386.
- BYSTROW, A. P. (1934): II. Mitteilung: Die Assimilation des Atlas und deren phylogenetische Bedeutung; Z. Anat. Entw. gesch. 102, p. 307-334.
- DONALDSON, H. H. (1932): Note on the contour of the foramen magnum in different strains of the Norway rats; Anat. Rec. 52, p. 313-320.
- FAURE, A. (1882): Les variations du trou occipital chez les Mammifères; Bull. Soc. Anthrop. (Lyon) 1, p. 198-202.
- FREYE, H.-A. (1959): Schädelstudien an heimischen Wassernagern; Morphol. Jb. 100, p. 322-374.
- HUSSON, A. M. (1953): On the Foramen magnum occipitale and some other skull-measurements of *Cricetus cricetus canescens* NEHRING with respect to dimorphism. I; Proc. Kon. Ned. Ak. van Wetensch., Ser. C, 56, p. 609-630.
- INGELMARK, B. E. (1947): Über das kraniovertebrale Grenzgebiet beim Menschen; Acta anat. Suppl. 6 = 1 ad Vol. IV, p. 116.
- KEELER, C. E. (1941): Hereditary shape differences in the foramen magnum of inbred rats; Genetics 20, p. 157-158.
- KELLER, H. L. (1960): Eine seltene Form der Manifestation des Okzipitalwirbels; Fortschr. Röntgenstr. 93, p. 370-372.
- KELLER, H. L. (1961): Formvarianten und Fehlbildungen des Atlas und seiner Umgebung; Fortschr. Röntgenstr. 95, p. 361-370.
- KLAAUW, C. J. VAN DER (1948-1952): Size and position of the functional components of the skull. A contribution to the knowledge of the architecture of the skull, based on dates in the literature; Arch. Neerl. Zool. IX, p. 1-559.
- KOLLMANN, J. (1905): Varianten am Os occipitale, besonders in der Umgebung des Foramen occipitale magnum; Anat. Anz. Erg.-H. zum XXVII, Bd., p. 231-236.
- MÜLLER, G. (1952/53): Beiträge zur Anatomie der Bisamratte (*Ondatra zibethica*); Wiss. Z. Univ. Halle II, Math.-naturw. Reihe 5, p. 817-865.
- PETROFF, G. (1932): Untersuchungen über den Flächeninhalt des Foramen occipitale magnum und die Schädelkapazität des Menschen; Anthrop. Anz. 8, p. 116-126.
- TISCHENDORF, F. (1955): Zur Frage der Manifestation des Occipitalwirbels beim Menschen; Anat. Anz. 102, p. 217-233.

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. HANS-ALBRECHT FREYE, Halle/S., Biologisches Institut, Universitätsplatz 7